

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:17:42
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b8c077a48809a878808522525



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Электродинамика**

Направление подготовки (специальность)
24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль)
Баллистика и гидроаэродинамика

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Челябинск, 2025 г.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 3	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль): Баллистика и гидроаэродинамика

Дисциплина: Электродинамика

Семестр: 5

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: балльно-рейтинговая.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Электродинамика» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать теорию и основные законы в области естественнонаучных и инженерных дисциплин. ОПК-1.2. Уметь применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	<u>Знать</u> : Для достижения ОПК-1.1: основные концептуальные и математические модели, а также законы классической электродинамики вакуума, условия их применимости и примеры использования в решении научных и технических проблем; условия применимости и классификацию моделей классической электродинамики вакуума, примеры их использования в различных разделах физики; <u>Уметь</u> : Для достижения ОПК-1.2: применять основные модели и законы классической электродинамики вакуума для решения типовых задач теоретической физики;

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 4	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

			вычислять физические величины в критериях применимости моделей классической электродинамики вакуума, обосновывать выбор этих моделей; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: навыком решения конкретных физических задач
--	--	--	---

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименовани е оценочного средства на промежуточн ой аттестации/ № задания
1.	ОПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: основные концептуальные и математические модели, а также законы классической электродинамики вакуума, условия их применимости и примеры использования в решении научных и технических проблем; условия применимости и классификацию моделей классической электродинамики вакуума, примеры их использования в различных разделах	1. Введение	Задачи к практическим занятиям	-
		2. Элементы теории относительности	Задачи к практическим занятиям; контрольная работа	Вопросы к экзамену № 1-4
		3. Движение частиц в электромагнитном поле	Задачи к практическим занятиям; контрольная работа	Вопросы к экзамену № 5-16
		4. Уравнения электромагнитного	Задачи к практическим	Вопросы к экзамену

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 5	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

физики; <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: применять основные модели и законы классической электродинамики вакуума для решения типовых задач теоретической физики; вычислять физические величины в критериях применимости моделей классической электродинамики вакуума, обосновывать выбор этих моделей; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: навыком решения конкретных физических задач	поля	занятиям	№ 17-22
	5. Постоянное электромагнитное поле	Задачи к практическим занятиям; контрольная работа	Вопросы к экзамену № 23-27
	6. Электромагнитные волны	Задачи к практическим занятиям;	Вопросы к экзамену № 28-30
	7. Поле движущихся зарядов	Задачи к практическим занятиям;	Вопросы к экзамену № 31-32
	8. Излучение электромагнитных волн	Задачи к практическим занятиям;	Вопросы к экзамену № 33-34
	9. Экзамен	Вопросы и задачи к экзамену	Вопросы к экзамену № 1-34

3.2 Содержание оценочных средств

Примеры задач для контрольных работ

По теме «Элементы теории относительности»

Вариант 1:

- 1) Записать интервал в пространстве с сигнатурой (3,1).
- 2) Доказать, что дифференциал интервала $ds = cdt/\gamma$.
- 3) Доказать, что квадрат 4-скорости равен единице.

Вариант 2:

- 1) Объяснить, почему преобразования Лоренца не пригодны при переходе в систему координат, связанную со спутником Земли.
- 2) Вывести обратные преобразования Лоренца из прямых. Объяснить их отличия.
- 3) Доказать, что 4-скорость $u^i = (\gamma, \gamma\vec{v}/c)$.

По теме «Движение частиц в электромагнитном поле»

Вариант 1:

- 1) Найти зависимость импульса заряженной частицы от времени в постоянном однородном электрическом поле.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- 2) Оценить индукцию магнитного поля в Большом адронном коллайдере для удержания протонов ($m = 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг, $q = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл) с Лоренц-фактором 6500 на круговой орбите.

Вариант 2:

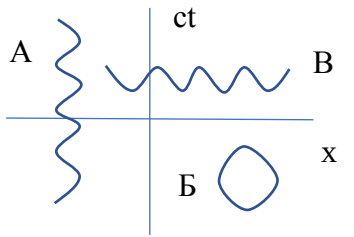
- 1) Найти зависимость скорости заряженной частицы от времени в постоянном однородном электрическом поле, полагая, что вначале частица покоится.
- 2) С помощью рисунка доказать, что в сходящемся магнитном поле средняя по циклотронному периоду сила Лоренца направлена в сторону ослабления магнитного поля.

Вопросы и ответы для тестирования

1. Одно из уравнений Максвелла гласит:
 - a) Магнитный момент контура с током равен произведению силы тока на площадь поверхности, опирающейся на контур;
 - b) Циркуляция напряжённости электрического поля в контуре пропорциональна темпу изменения магнитного потока через поверхность, опирающуюся на контур;**
 - c) Ротор электрической индукции равен плотности тока плюс темп изменения напряжённости электрического поля.
2. Одно из уравнений Максвелла гласит:
 - a) Дивергенция магнитной индукции равна произведению силы тока на площадь поверхности, опирающейся на контур;
 - b) Циркуляция индукции электрического поля пропорциональна темпу изменения тока;
 - c) Ротор электрической напряжённости пропорционален темпу изменения магнитной индукции.**
3. Одно из уравнений Максвелла гласит:
 - a) Дивергенция магнитной индукции равна нулю;**
 - b) Плотность потока электромагнитной энергии пропорциональна векторному произведению напряжённости электрического и магнитного поля;
 - c) Ротор напряжения равен силе тока плюс скорость изменения магнитного потока.
4. Одно из уравнений Максвелла гласит:
 - a) Поток магнитной индукции через замкнутую поверхность равен нулю;**
 - b) Скорость изменения заряда в области пространства равна потоку заряда через поверхность этой области;
 - c) Индукция магнитного поля витка с током максимальна в центре витка.
5. Одно из уравнений Максвелла гласит:
 - a) Дивергенция векторного потенциала электромагнитного поля равна нулю;

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 7	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- б) Поток электрической напряжённости через поверхность некоторой области пропорционален заряду этой области;**
- с) Градиент электростатического потенциала равен напряжённости электрического поля со знаком минус.
6. Одно из уравнений Максвелла гласит:
- Градиент векторного потенциала равен темпу изменения напряжённости магнитного поля;
 - Циркуляция скалярного потенциала магнитного поля равна скорости изменения потока электрической индукции;
 - Дивергенция напряжённости электрического поля пропорциональна плотности заряда.**
7. Одно из уравнений Максвелла гласит:
- Ротор напряжённости магнитного поля равен линейной комбинации плотности тока и темпа изменения напряжённости электрического поля;**
 - Градиент напряжённости магнитного поля равен сумме силы тока и скорости изменения электрического поля;
 - Дивергенция индукции магнитного поля равна разности силы тока и темпа изменения магнитного потока.
8. Одно из уравнений Максвелла гласит:
- Поток магнитной индукции в контуре равен сумме силы тока и темпа изменения циркуляции электрического поля через площадь поверхности опирающейся на контур;
 - Циркуляция напряжённости магнитного поля в контуре равна линейной комбинации силы тока и темпа изменения потока электрического поля через площадь поверхности опирающейся на контур;**
 - Ротор электрической индукции пропорционален сумме плотности тока и темпа изменения напряжённости электрического поля.

9. Мироздание частицы, совершающей одномерные колебания, имеет вид • А • Б • В	
---	---

10. Квадрат интервала в декартовых координатах в пространстве с сигнатурой (2,2) имеет вид:



- a) $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 + dz^2$;
b) $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy - dz$;
c) $ds^2 = c^2 dt^2 + dx^2 - dy^2 - dz^2$.

11. Преобразования Лоренца в случае движения инерциальной системы отсчёта K' в направлении оси y системы K со скоростью v и Лоренц-фактором γ при одинаковой ориентации осей имеют вид:

А	Б	В
$t = \gamma(t' + vy'/c^2)$ $x = x' + vt'$ $y = y'$ $z = z'$	$t = \gamma(t' + vy'/c^2)$ $x = x'$ $y = \gamma(y' + vt')$ $z = z'$	$t = \gamma(t' + vx'/c^2)$ $x = \gamma x'$ $y = \gamma(y' + vt')$ $z = \gamma z'$

12. Лоренц-фактором называют величину:

- a) $1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$
b) $\sqrt{1 - v^2/c^2}$
c) $\sqrt{1 + v^2/c^2}$

13. Система отсчёта K' движется в направлении оси x инерциальной системы отсчёта K со скоростью $\vec{v} = \text{const}$. Ориентация осей в этих системах одинакова. $1/\sqrt{1 - v^2/c^2} \equiv \gamma$. Тогда координаты и время в системе K' :

А	Б	В
$t' = \gamma(t - vx/c^2)$ $x' = \gamma(x - vt)$ $y' = y$ $z' = z$	$t' = \gamma(t + vx/c^2)$ $x' = \gamma(x + vt)$ $y' = y$ $z' = z$	$t' = \gamma(t + vx)$ $x' = \gamma(x + vt)$ $y' = y$ $z' = z$

14. При переходе в систему отсчёта, связанную со спутником Земли, преобразования Лоренца непригодны, поскольку:

- a) **Спутник движется ускоренно;**
b) Скорость спутника постоянна;
c) Спутник является инерциальной системой отсчёта.

15. Релятивистский импульс частицы:



- a) $m\vec{v}\sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}$
- b) $\rho m\vec{v}$
- c) $m\vec{v}/\sqrt{1 - v^2/c^2}$

16. Релятивистский импульс частицы:

- a) $\mathcal{E}\vec{v}/c^2$
- b) mc^2
- c) $m\vec{v}$

17. Релятивистская энергия частицы:

- a) $\mathcal{E}\vec{v}/c^2$
- b) $mc^2/\sqrt{1 - v^2/c^2}$
- c) $mc^2\sqrt{1 + v^2/c^2}$

18. В инерциальной системе отсчёта расстояние между двумя электронами с энергиями E_1 и E_2 равно a . Тогда координата центра инерции относительно первого электрона:

- a) $x=aE_1/(E_1+E_2)$, $y=0$, $z=0$, если Ox провести через первый электрон;
- b) $x=aE_2/(E_1+E_2)$, $y=0$, $z=0$, если Ox провести через второй электрон;
- c) $x=aE_2/(E_1+E_2)$, $y=0$, $z=0$, если Ox провести через второй электрон.

19. Релятивистское уравнение движения частицы с зарядом q имеет вид (в системе СГС):

- a) $\dot{\vec{p}} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$
- b) $\dot{\vec{p}} = q\left(\vec{E} + \frac{1}{c}\vec{v} \times \vec{B}\right)$
- c) $\dot{\vec{p}} = q\vec{E} + \frac{1}{c}\vec{v}\vec{B}$

20. Импульс частицы с зарядом q в постоянном однородном электрическом поле с напряжённостью $\vec{E}$ зависит от времени по закону:

- a) $\vec{p}(t) = \vec{p}(0)q \sin \vec{E}t$
- b) $\vec{p}(t) = \vec{p}(0) + q\vec{E}\sqrt{1 - t^2}$
- c) $\vec{p}(t) = \vec{p}(0) + q\vec{E}t$

21. Вычислить Лоренц-фактор электронов в электронном микроскопе с разгоняющим напряжением 100 кВ. Масса электрона $9.1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Ответ:

- a) 2.4;
- b) 1.2;
- c) 0.8.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

22. Скорость неизлучающей заряженной частицы в постоянном однородном магнитном поле:

- а) Постоянна по модулю и направлению;
- б) Постоянна по модулю;**
- с) Подобна спирали.

23. В постоянном однородном магнитном поле релятивистская заряженная частица движется по винтовой линии, если:

- а) начальная скорость частицы не параллельна магнитному полю;**
- б) начальная скорость частицы много меньше скорости света;
- с) радиус кривизны магнитного поля много меньше длины волны излучения частицы.

24. Гиромагнитная (циклотронная) частота нерелятивистской частицы (в системе СГС):

- а) $qB/(mc)$**
- б) $\sqrt{k/m}$
- с) $2\pi/\sqrt{LC}$

25. Гиромагнитная (циклотронная) частота релятивистской частицы (в системе СГС):

- а) $eH/(mc^2)$
- б) $qBc/\mathcal{E}$**
- с) $eB/(mc)$

26. В постоянных и однородных скрещенных электрическом и магнитном полях частица:

- а) Движется по Архимедовой спирали, перпендикулярной магнитному полю;
- б) Колеблется перпендикулярно магнитному полю;
- с) Дрейфует в направлении, перпендикулярном обоим полям.**

27. Система отсчёта K' движется в направлении оси x инерциальной системы отсчёта K со скоростью $\vec{v} = \text{const}$. Ориентация осей в этих системах одинакова. $1/\sqrt{1 - v^2/c^2} \equiv \gamma$. Тогда преобразования Лоренца для электрического поля можно записать в виде:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Физический факультет

Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 11

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

А	Б	В
$E_x = \gamma E'_x$ $E_y = \gamma \left(E'_y + \frac{v}{c} H'_x \right)$ $E_z = \gamma \left(E'_z + \frac{v}{c} H'_x \right)$	$E_x = \gamma \left(E'_x + \frac{v}{c} H'_x \right)$ $E_y = \gamma \left(E'_y - \frac{v}{c} H'_y \right)$ $E_z = \gamma \left(E'_z + \frac{v}{c} H'_z \right)$	$E_x = E'_x$ $E_y = \gamma \left(E'_y + \frac{v}{c} H'_z \right)$ $E_z = \gamma \left(E'_z - \frac{v}{c} H'_y \right)$

28. Система отсчёта K' движется в направлении оси x инерциальной системы отсчёта K со скоростью $\vec{v} = \text{const}$. Ориентация осей в этих системах одинакова. $1/\sqrt{1 - v^2/c^2} \equiv \gamma$. Тогда преобразования Лоренца для магнитного поля можно записать в виде:

А	Б	В
$H_x = \gamma \left(H'_x + \frac{v}{c} E'_x \right)$ $H_y = \gamma \left(H'_y - \frac{v}{c} E'_z \right)$ $H_z = \gamma \left(H'_z + \frac{v}{c} E'_y \right)$	$H_x = H'_x$ $H_y = \gamma \left(H'_y - \frac{v}{c} E'_z \right)$ $H_z = \gamma \left(H'_z + \frac{v}{c} E'_y \right)$	$H_x = \gamma H'_x$ $H_y = \gamma \left(H'_y - \frac{v}{c} E'_y \right)$ $H_z = \gamma \left(H'_z + \frac{v}{c} E'_z \right)$

29. Инвариантами электромагнитного поля являются:

- а) $\vec{E}\vec{H}, E^2 - H^2$
- б) $\vec{E} \times \vec{H}, E^2 + H^2$
- в) $\vec{E}\vec{H}, E^2 + H^2, E/H$

30. Уравнение $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ есть математическая запись:

- а) **Закона электромагнитной индукции Фарадея;**
- б) Условия отсутствия магнитных зарядов;
- в) Закона Био-Савара-Лапласа.

31. Уравнение $\text{div} \vec{B} = 0$ есть математическая запись:

- а) Закона электромагнитной индукции Фарадея;
- б) **Условия отсутствия магнитных зарядов;**
- в) Закона Био-Савара-Лапласа.

32. Уравнение $\text{div} \vec{E} = 4\pi\rho$ означает, что:



- a) Дивергенция электрической индукции пропорциональна плотности среды;
- b) Расходимость векторного потенциала в точке нахождения частицы вызвана зарядом частицы;
- c) **Дивергенция напряжённости электрического поля пропорциональна плотности заряда.**

33. Уравнение $\text{rot} \vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ означает, что:

- a) Циркуляция магнитного поля пропорционален сумме тока смещения и темпа изменения напряжённости электрического поля;
- b) **Ротор напряжённости магнитного поля равен линейной комбинации плотности тока и темпа изменения напряжённости электрического поля;**
- c) Ротор магнитной индукции пропорционален сумме плотности тока смещения и темпа изменения напряжённости электрического поля.

34. Используя одно из уравнений Максвелла, оценить напряжённость магнитного поля на поверхности молнии с радиусом 20 см и силой тока 500 кА. Током смещения пренебречь.

Ответ:

- a) **$4 \cdot 10^5$ А/м;**
- b) 3500 Тл;
- c) 8 А/м.

35. Вектор Пойнтинга задаёт:

- a) Мощность излучения антенны;
- b) Электромагнитную светимость системы зарядов;
- c) **Плотность потока электромагнитной энергии.**

36. Плотность электромагнитной энергии в вакууме (в системе СГС):

- a) $E^2 - H^2$
- b) **$(E^2 + H^2)/(8\pi)$**
- c) $\vec{E}\vec{H}$

37. Вектор Пойнтинга в вакууме (в системе СГС):

- a) $\vec{E}\vec{H}/(8\pi)$
- b) $\frac{c}{4\pi} \vec{E} \times \vec{H}$
- c) **$\vec{E}\vec{H}$**

38. Энергия электростатического взаимодействия заряженных частиц может быть вычислена по формуле (в системе СГС):



А	Б	В
$\frac{1}{2} \sum_i q_i \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ij}}$	$\sum_i q_i \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ij}} \vec{r}_{ij}$	$\sum_i q_i \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ij}^2}$

39. Закон Био-Савара-Лапласа может быть записан в виде (в системе СГС):

А	Б	В
$d\vec{E} = \frac{I [d\vec{l}, \vec{r}]}{c r^2}$	$d\vec{H} = \frac{I [\vec{r}, d\vec{l}]}{c r}$	$d\vec{H} = \frac{I [d\vec{l}, \vec{r}]}{c r^3}$

40. Одномерное волновое уравнение для векторного потенциала электромагнитного поля в вакууме имеет вид:

А	Б	В
$\frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial x^2} = 0$	$\frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = 0$

Вопросы к экзамену

1. Постулаты теории относительности. Пространство Минковского. Интервал. *
2. Вывод и анализ преобразований Лоренца.
3. Преобразование скорости. Предельные случаи. *
4. Четырёхмерные векторы. 4-скорость и 4-ускорение.
5. Лагранжиан и действие для свободной частицы. Импульс частицы. Сила.
6. Энергия и Гамильтониан свободной частицы. *
7. 4-импульс, 4-сила, центр инерции.
8. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. *
9. Уравнение движения частицы в электромагнитном поле. *
10. Калибровочная инвариантность.
11. Постоянное или однородное электромагнитное поле.
12. Движение в постоянном однородном электрическом или магнитном поле. *
13. Движение в постоянных однородных электрическом и магнитном полях.
14. Тензор электромагнитного поля.
15. Преобразования Лоренца для поля. *
16. Инварианты поля. *
17. Первая пара уравнений Максвелла. *
18. Действие для электромагнитного поля.
19. Четырёхмерный вектор тока.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

20. Вторая пара уравнений Максвелла. *
21. Плотность и поток электромагнитной энергии. *
22. Тензор энергии-импульса.
23. Вывод закона Кулона. *
24. Поле равномерно движущегося заряда.
25. Дипольный момент.
26. Закон Био-Савара-Лапласа. *
27. Магнитный момент.
28. Волновое уравнение.
29. Плоские электромагнитные волны.
30. Плоские монохроматические электромагнитные волны. *
31. Запаздывающие потенциалы.
32. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
33. Поле системы зарядов на далёких расстояниях.
34. Дипольное излучение.

Примечание: *отмечены вопросы, входящие в список «теоретического минимума».

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация, основанная на балльно-рейтинговой системе, состоит из подведения итогов текущего контроля и проведения письменно-устного экзамена.

Текущий контроль осуществляется, в основном, на практических занятиях в виде контрольных работ и отчётов о самостоятельном решении задач. Контрольная работа рассчитана на 45 минут и охватывает несколько тем практических занятий. Номер варианта работы назначается преподавателем. Отчёт о решении задачи состоит из предъявления письменного решения, его объяснения и ответа на вопросы преподавателя.

Вспомогательными средствами текущего контроля являются:

- учёт посещаемости лекционных и практических занятий,
- проверка конспектов лекций,
- досрочная (до экзамена) сдача избранных глав во время еженедельных консультаций.

Итоги текущего контроля сообщаются студентам до начала экзаменационной сессии.

На экзамене студент отвечает на вопросы билета, содержащего два теоретических вопроса и задачу. Время подготовки к ответу 60 минут. Использовать справочные материалы во время подготовки не разрешается.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 15	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Балльно-рейтинговая система:

- 1) Посещение лекции: 0.5 балла, в сумме до 6 баллов;
- 2) Конспект лекции: 1 балл, в сумме до 16 баллов;
- 3) Посещение практического занятия: 0.5 балла, в сумме до 6 баллов;
- 4) Самостоятельное выполнение домашнего задания: 1-3 балла, в сумме до 31 балла;
- 5) Самостоятельное решение задач контрольной работы: 1-3 балла, в сумме до 9 баллов за семестр;
- 6) Изучение лекционного материала: 2-8 баллов за главу (раздел) в зависимости от объема и сложности, в сумме до 32 баллов.

Суммы баллов, оценки и уровни освоения проверяемых компетенций:

Баллы	Оценка	Уровень освоения проверяемых компетенций
0-39	неудовлетворительно	недостаточный
40-59	удовлетворительно	базовый
60-79	хорошо	средний
80-100	отлично	высокий

Критерии оценивания контрольной работы:

Характеристики решений	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно и с пояснениями решены все задачи	3	высокий
Задачи решены с небольшими ошибками	2	средний
Решена половина задач или задачи решены наполовину	1	базовый
Решений нет	0	недостаточный

Критерии оценивания ответа на экзамене:

Характеристики ответа студента	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, решил задачу полностью, может пояснить решение. Возможны несущественные ошибки.	25-32	высокий



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электродинамика» по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки или пробелы при выводе формул и решении задачи.	15-24	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин.	5-14	базовый
Не может ответить на большинство вопросов базового уровня.	0-4	недостаточный

Особенности аттестации инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Электродинамика», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, отработан навык их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Электродинамика»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, отработан навык решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Электродинамика»; не владеет навыками решения базовых задач.

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика, направленность (профиль) «Баллистика и гидроаэродинамика», ФОС по дисциплине «Электродинамика», 2025 год набора, очная форма обучения

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе

утверждено 24.02.25

А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 05 от 06.02.2025

Председатель Ученого совета
физического факультета

СОГЛАСОВАНО

М.А. Загребин

Заседанием кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания № 04 от 30.01.2025

Заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО

А. Е. Майер

Автор (составитель)

А.П. Яловец

Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1